Harvard Medical Library
in the Francis A. Countway
Library of Medicine ~ *Boston*

VERITATEM PER MEDICINAM QUÆRAMUS

HARVARD MEDICAL
LIBRARY

RÖNTGEN

THE LLOYD E. HAWES
COLLECTION IN THE
HISTORY OF RADIOLOGY

Digitized by the Internet Archive
in 2011 with funding from
Open Knowledge Commons and Harvard Medical School

http://www.archive.org/details/eineneueartvonst1896rntg

EINE NEUE ART

VON

STRAHLEN.

VON

DR. WILHELM KONRAD RÖNTGEN

Ö. O. PROFESSOR AN DER KÖNIGL. UNIVERSITÄT WÜRZBURG.

3. Auflage.

WÜRZBURG.

VERLAG UND DRUCK DER STAHEL'SCHEN K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.

1896.

60 M.

Im Verlage der Stahel'schen k. b. Hof- und Universitäts-Buch- und Kunsthandlung in Würzburg erscheint und ist allerorts zu beziehen:

VERHANDLUNGEN
DER
PHYSIK.-MEDIZIN.-GESELLSCHAFT
ZU
WÜRZBURG.

HERAUSGEGEBEN
VON DER
REDACTIONS-COMMISSION DER GESELLSCHAFT:
PROF. DR. O. SCHULTZE.
PROF. DR. W. REUBOLD. PRIV.-DOC. DR. RICH. GEIGEL.

Mit vielen lithographischen Tafeln und Text-Abbildungen.
Preis pro Band (Jahrgang) Mk. 14.—.
(Im Abonnement in abgeschlossenen Heften zu beziehen).

Inhalts-Verzeichnis des XXIX. Bandes, 1895.

Boveri, Theodor, Über das Verhalten der Centrosomen bei der Befruchtung des Seeigel-Eies, nebst allgemeinen Bemerkungen über Centrosomen und Verwandtes. Mit einer Textabbildung. — **Brandt, Karl,** Über die Bacterien des Lidrandes und Bindehautsackes, sowie über deren Beeinflussung durch verschiedenartige Verbände und Augensalben. — **Buehler, Anton,** Protoplasma-Structur in Vorderhirnzellen der Eidechse. Mit 3 lithographischen Tafeln. — **Fick, Adolf,** Arbeitleistung des Muskels durch seine Verdickung. Mit 2 Textabbildungen. — **Gattel, Felix,** Beitrag zur Kenntniss der motorischen Bahnen im Pons. Mit 1 lithographischen Doppeltafel. — **Michel, André,** Zur Kenntnis der Gürber'schen Serum-Albumin-Krystalle. Nebst einem Nachtrag von August Gürber. Mit 1 Lichtdruck-Tafel. — **Rieger, Konrad,** Die Psychiatrie in Würzburg von 1583 bis 1893. Fortsetzung aus Bd. XXVII.

Inhalts-Verzeichnis des XXVIII. Bandes, 1894.

Anselm, Bernhard, Ueber den Eisengehalt in der Milch. — **Gürber, August,** Salze des Blutes: 1. Salze des Serum. — **Hofmeier, Max,** Anatomische und klinische Beiträge zur Lehre von der ektopischen Schwangerschaft. Mit 1 lithographischen Doppeltafel und 6 Textabbildungen. — **Krischewsky, Jsack,** Zur Entwicklung des menschlichen Auges, nebst Anhang: Zur Aetiologie der angeborenen Lidkolobome. Mit 2 lithographischen Tafeln und 2 Tabellen. — **Nordmann, F.,** Ein Beitrag zur Lehre von der Bildung der Decidua. — **Schaumann, Hugo,** Beitrag zur Kenntniss der Gynäkomastie. — **Schultze, Oskar,** Ueber die Bedeutung der Schwerkraft für die organische Gestaltung, sowie über die mit Hülfe der Schwerkraft mögliche künstliche Erzeugung von Doppel-Missbildungen.

Sitzungsberichte der phys.-med. Gesellschaft

zu Würzburg. Herausgegeben von der Redaktions-Commission der Gesellschaft: Prof. Dr. *Oscar Schultze*, Prof. Dr. *W. Reubold*, Dr. *Rich. Geigel*. Preis pro Jahrgang ℳ 4.—.

EINE NEUE ART

VON

STRAHLEN.

Von

Dr. Wilhelm Konrad Röntgen

Ö. O. PROFESSOR AN DER K. UNIVERSITÄT WÜRZBURG.

3. Auflage.

WÜRZBURG.

VERLAG UND DRUCK DER STAHEL'SCHEN K. B. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.

1896.

Aus den „Sitzungsberichten der Würzburger Physik.-medic. Gesellschaft“ 1895. (Beitrag.)

W. C. Röntgen: Ueber eine neue Art von Strahlen.

(Vorläufige Mittheilung.)

1. Lässt man durch eine *Hittorf*'sche Vacuumröhre, oder einen genügend evacuirten *Lenard*'schen, *Crookes*'schen oder ähnlichen Apparat die Entladungen eines grösseren *Ruhmkorff*'s gehen und bedeckt die Röhre mit einem ziemlich eng anliegenden Mantel aus dünnem, schwarzem Carton, so sieht man in dem vollständig verdunkelten Zimmer einen in die Nähe des Apparates gebrachten, mit Bariumplatincyanür angestrichenen Papierschirm bei jeder Entladung hell aufleuchten, fluoresciren, gleichgültig ob die angestrichene oder die andere Seite des Schirmes dem Entladungsapparat zugewendet ist. Die Fluorescenz ist noch in 2 m Entfernung vom Apparat bemerkbar.

Man überzeugt sich leicht, dass die Ursache der Fluorescenz vom Entladungsapparat und von keiner anderen Stelle der Leitung ausgeht.

2. Das an dieser Erscheinung zunächst Auffallende ist, dass durch die schwarze Cartonhülse, welche keine sichtbaren oder ultravioletten Strahlen des Sonnen- oder des elektrischen Bogenlichtes durchlässt, ein Agens hindurchgeht, das im Stande ist, lebhafte Fluorescenz zu erzeugen, und man wird deshalb wohl zuerst untersuchen, ob auch andere Körper diese Eigenschaft besitzen.

Man findet bald, dass alle Körper für dasselbe durchlässig sind, aber in sehr verschiedenem Grade. Einige Beispiele führe ich an. Papier ist sehr durchlässig:[1]) hinter einem eingebundenen Buch von ca. 1000 Seiten sah ich den Fluorescenzschirm noch deutlich leuchten; die Druckerschwärze bietet kein merkliches Hinderniss. Ebenso zeigte sich Fluorescenz hinter einem doppelten Whistspiel; eine einzelne Karte zwischen Apparat

[1]) Mit „Durchlässigkeit“ eines Körpers bezeichne ich das Verhältniss der Helligkeit eines dicht hinter dem Körper gehaltenen Fluorescenzschirmes zu derjenigen Helligkeit des Schirmes, welcher dieser unter denselben Verhältnissen aber ohne Zwischenschaltung des Körpers zeigt.

und Schirm gehalten macht sich dem Auge fast gar nicht bemerkbar. — Auch ein einfaches Blatt Stanniol ist kaum wahrzunehmen; erst nachdem mehrere Lagen über einander gelegt sind, sieht man ihren Schatten deutlich auf dem Schirm. — Dicke Holzblöcke sind noch durchlässig; zwei bis drei cm dicke Bretter aus Tannenholz absorbiren nur sehr wenig. — Eine ca. 15 mm dicke Aluminiumschicht schwächte die Wirkung recht beträchtlich, war aber nicht im Stande, die Fluorescenz ganz zum Verschwinden zu bringen. — Mehrere cm dicke Hartgummischeiben lassen noch Strahlen [1]) hindurch. — Glasplatten gleicher Dicke verhalten sich verschieden, je nachdem sie bleihaltig sind (Flintglas) oder nicht; erstere sind viel weniger durchlässig als letztere. — Hält man die Hand zwischen den Entladungsapparat und den Schirm, so sieht man die dunkleren Schatten der Handknochen in dem nur wenig dunklen Schattenbild der Hand. — Wasser, Schwefelkohlenstoff und verschiedene andere Flüssigkeiten erweisen sich in Glimmergefässen untersucht als sehr durchlässig. — Dass Wasserstoff wesentlich durchlässiger wäre als Luft habe ich nicht finden können. — Hinter Platten aus Kupfer, resp. Silber, Blei, Gold, Platin ist die Fluorescenz noch deutlich zu erkennen, doch nur dann, wenn die Plattendicke nicht zu bedeutend ist. Platin von 0,2 mm Dicke ist noch durchlässig; die Silber- und Kupferplatten können schon stärker sein. Blei in 1.5 mm Dicke ist so gut wie undurchlässig und wurde deshalb häufig wegen dieser Eigenschaft verwendet. — Ein Holzstab mit quadratischem Querschnitt (20 × 20 mm), dessen eine Seite mit Bleifarbe weiss angestrichen ist, verhält sich verschieden, je nachdem er zwischen Apparat und Schirm gehalten wird; fast vollständig wirkungslos, wenn die X-Strahlen parallel der angestrichenen Seite durchgehen, entwirft der Stab einen dunklen Schatten, wenn die Strahlen die Anstrichfarbe durchsetzen müssen. — In eine ähnliche Reihe, wie die Metalle, lassen sich ihre Salze, fest oder in Lösung, in Bezug auf ihre Durchlässigkeit ordnen.

3. Die angeführten Versuchsergebnisse und andere führen zu der Folgerung, dass die Durchlässigkeit der verschiedenen

[1]) Der Kürze halber möchte ich den Ausdruck „Strahlen" und zwar zur Unterscheidung von anderen den Namen „X-Strahlen" gebrauchen. Vergl. u. pag. 9.

Substanzen, gleiche Schichtendicke vorausgesetzt, wesentlich bedingt ist durch ihre Dichte: keine andere Eigenschaft macht sich wenigstens in so hohem Grade bemerkbar als diese.

Dass aber die Dichte doch nicht ganz allein massgebend ist, das beweisen folgende Versuche. Ich untersuchte auf ihre Durchlässigkeit nahezu gleichdicke Platten aus Glas, Aluminium, Kalkspath und Quarz; die Dichte dieser Substanzen stellte sich als ungefähr gleich heraus, und doch zeigte sich ganz evident, dass der Kalkspath beträchtlich weniger durchlässig ist als die übrigen Körper, die sich untereinander ziemlich gleich verhielten. Eine besonders starke Fluorescenz des Kalkspathes (vergl. u. pag. 4.) namentlich im Vergleich zum Glas habe ich nicht bemerkt.

4. Mit zunehmender Dicke werden alle Körper weniger durchlässig. Um vielleicht eine Beziehung zwischen Durchlässigkeit und Schichtendicke finden zu können, habe ich photographische Aufnahmen (vergl. u. pag. 4) gemacht, bei denen die photographische Platte zum Theil bedeckt war mit Stanniolschichten von stufenweise zunehmender Blätterzahl; eine photometrische Messung soll vorgenommen werden, wenn ich im Besitz eines geeigneten Photometers bin.

5. Aus Platin, Blei, Zink und Aluminium wurden durch Auswalzen Bleche von einer solchen Dicke hergestellt, dass alle nahezu gleich durchlässig erschienen. Die folgende Tabelle enthält die gemessene Dicke in mm, die relative Dicke bezogen auf die des Platinbleches und die Dichte.

	Dicke		relat. Dicke	Dichte
Pt.	0,018	mm	1	21,5
Pb.	0,05	„	3	11,3
Zn.	0,10	„	6	7,1
Al.	3,5	„	200	2,6

Aus diesen Werthen ist zu entnehmen, dass keineswegs gleiche Durchlässigkeit verschiedener Metalle vorhanden ist, wenn das Produkt aus Dicke und Dichte gleich ist. Die Durchlässigkeit nimmt in viel stärkerem Masse zu, als jenes Product abnimmt.

6. Die Fluorescenz des Bariumplatincyanürs ist nicht die einzige erkennbare Wirkung der X-Strahlen. Zunächst ist zu erwähnen, dass auch andere Körper fluoresciren; so z. B. die

als Phosphore bekannten Calciumverbindungen, dann Uranglas, gewöhnliches Glas, Kalkspath, Steinsalz etc.

Von besondererer Bedeutung in mancher Hinsicht ist die Thatsache, dass photographische Trockenplatten sich als empfindlich für die X-Strahlen erwiesen haben. Man ist im Stande manche Erscheinung zu fixiren, wodurch Täuschungen leichter ausgeschlossen werden; und ich habe, wo es irgend anging, jede wichtigere Beobachtung, die ich mit dem Auge am Fluorescenzschirm machte, durch eine photographische Aufnahme controllirt.

Dabei kommt die Eigenschaft der Strahlen, fast ungehindert durch dünnere Holz-, Papier- und Stanniolschichten hindurchgehen zu können, sehr zu Statten; man kann die Aufnahmen mit der in der Cassette, oder in einer Papierumhüllung eingeschlossenen photographischen Platte im beleuchteten Zimmer machen. Andererseits hat diese Eigenschaft auch zur Folge, dass man unentwickelte Platten nicht bloss durch die gebräuchliche Hülle aus Pappendeckel und Papier geschützt längere Zeit in der Nähe des Entladungsapparates liegen lassen darf.

Fraglich erscheint es noch, ob die chemische Wirkung auf die Silbersalze der photographischen Platte direct von den X-Strahlen ausgeübt wird. Möglich ist es, dass diese Wirkung herrührt von dem Fluorescenzlicht, das, wie oben angegeben, in der Glasplatte, oder vielleicht in der Gelatineschicht erzeugt wird. „Films“ können übrigens ebenso gut wie Glasplatten verwendet werden.

Dass die X-Strahlen auch eine Wärmewirkung auszuüben im Stande sind, habe ich noch nicht experimentell nachgewiesen; doch darf man wohl diese Eigenschaft als vorhanden annehmen, nachdem durch die Fluorescenzerscheinungen die Fähigkeit der X-Strahlen, verwandelt zu werden, nachgewiesen ist, und es sicher ist, dass nicht alle auffallenden X-Strahlen den Körper als solche wieder verlassen.

Die Retina des Auges ist für unsere Strahlen unempfindlich; das dicht an den Entladungsapparat herangebrachte Auge bemerkt nichts, wiewohl nach den gemachten Erfahrungen die im Auge enthaltenen Medien für die Strahlen durchlässig genug sein müssen.

7. Nachdem ich die Durchlässigkeit verschiedener Körper von relativ grosser Dicke erkannt hatte, beeilte ich mich, zu erfahren, wie sich die X-Strahlen beim Durchgang durch ein

Prisma verhalten, ob sie darin abgelenkt werden oder nicht. Versuche mit Wasser und Schwefelkohlenstoff in Glimmerprismen von ca. 30° brechendem Winkel haben gar keine Ablenkung erkennen lassen weder am Fluorescenzschirm, noch an der photographischen Platte. Zum Vergleich wurde unter denselben Verhältnissen die Ablenkung von Lichtstrahlen beobachtet; die abgelenkten Bilder lagen auf der Platte um ca. 10 mm resp. ca. 20 mm von dem nicht abgelenkten entfernt. — Mit einem Hartgummi- und einem Aluminiumprisma von ebenfalls ca. 30° brechendem Winkel habe ich auf der photographischen Platte Bilder bekommen, an denen man vielleicht eine Ablenkung erkennen kann. Doch ist die Sache sehr unsicher, und die Ablenkung ist, wenn überhaupt vorhanden, jedenfalls so klein, dass der Brechungsexponent der X-Strahlen in den genannten Substanzen höchstens 1.05 sein könnte. Mit dem Fluorescenzschirm habe ich auch in diesem Fall keine Ablenkung beobachten können.

Versuche mit Prismen aus dichteren Metallen lieferten bis jetzt wegen der geringen Durchlässigkeit und der in Folge dessen geringen Intensität der durchgelassenen Strahlen kein sicheres Resultat.

In Anbetracht dieser Sachlage einerseits und andererseits der Wichtigkeit der Frage, ob die X-Strahlen beim Uebergang von einem Medium zum anderen gebrochen werden können oder nicht, ist es sehr erfreulich, dass diese Frage noch in anderer Weise untersucht werden kann, als mit Hülfe von Prismen. Fein pulverisirte Körper lassen in genügender Schichtendicke das auffallende Licht nur wenig und zerstreut hindurch in Folge von Brechung und Reflexion: erweisen sich nun die Pulver für die X-Strahlen gleich durchlässig, wie die cohärente Substanz — gleiche Massen vorausgesetzt — so ist damit nachgewiesen, dass sowohl eine Brechung als auch eine regelmässige Reflexion nicht in merklichem Betrage vorhanden ist. Die Versuche wurden mit fein pulverisirtem Steinsalz, mit feinem, auf electrolytischem Wege gewonnenem Silberpulver und dem zu chemischen Untersuchungen vielfach verwandten Zinkstaub angestellt; es ergab sich in allen Fällen kein Unterschied in der Durchlässigkeit der Pulver und der cohärenten Substanz, sowohl bei der Beobachtung am Fluorenscenzschirm, als auch auf der photographischen Platte.

Dass man mit Linsen die X-Strahlen nicht concentriren kann, ist nach dem Mitgetheilten selbstverständlich; eine grosse Hartgummilinse und eine Glaslinse erwiesen sich in der That als wirkungslos. Das Schattenbild eines runden Stabes ist in der Mitte dunkler als am Rande; dasjenige einer Röhre, die mit einer Substanz gefüllt ist, die durchlässiger ist als das Material der Röhre, ist in der Mitte heller als am Rande.

8. Die Frage nach der Reflexion der X-Strahlen ist durch die Versuche des vorigen Paragraphen als in dem Sinne erledigt zu betrachten, dass eine merkliche regelmässige Zurückwerfung der Strahlen an keiner der untersuchten Substanzen stattfindet. Andere Versuche, die ich hier übergehen will, führen zu demselben Resultat.

Indessen ist eine Beobachtung zu erwähnen, die auf den ersten Blick das Gegentheil zu ergeben scheint. Ich exponirte eine durch schwarzes Papier gegen Lichtstrahlen geschützte photographische Platte, mit der Glasseite dem Entladungsapparat zugewendet, den X-Strahlen; die empfindliche Schicht war bis auf einen frei bleibenden Theil mit blanken Platten aus Platin, Blei, Zink und Aluminium in sternförmiger Anordnung bedeckt. Auf dem entwickelten Negativ ist deutlich zu erkennen, dass die Schwärzung unter dem Platin, dem Blei und besonders unter dem Zink stärker ist als an den anderen Stellen; das Aluminium hatte gar keine Wirkung ausgeübt. Es scheint somit, dass die drei genannten Metalle die Strahlen reflectiren; indessen wären noch andere Ursachen für die stärkere Schwärzung denkbar, und um sicher zu gehen, legte ich bei einem zweiten Versuch zwischen die empfindliche Schicht und die Metallplatten ein Stück dünnes Blattaluminium, welches für ultraviolette Strahlen undurchlässig, dagegen für die X-Strahlen sehr durchlässig ist. Da auch jetzt wieder im Wesentlichen dasselbe Resultat erhalten wurde, so ist eine Reflexion von X-Strahlen an den genannten Metallen nachgewiesen.

Hält man diese Thatsache zusammen mit der Beobachtung, dass Pulver ebenso durchlässig sind, wie cohärente Körper, dass weiter Körper mit rauher Oberfläche sich beim Durchgang der X-Strahlen, wie auch bei dem zuletzt beschriebenen Versuch ganz gleich wie polirte Körper verhalten, so kommt man zu der Anschauung, dass zwar eine regelmässige Reflexion, wie gesagt, nicht stattfindet, dass aber die Körper sich den X-Strahlen gegenüber ähnlich verhalten, wie die trüben Medien dem Licht gegenüber.

Da ich auch keine Brechung beim Uebergang von einem Medium zum anderen nachweisen konnte, so hat es den Anschein, als ob die X-Strahlen sich mit gleicher Geschwindigkeit in allen Körpern bewegen, und zwar in einem Medium, das überall vorhanden ist, und in welchem die Körpertheilchen eingebettet sind. Die letzteren bilden für die Ausbreitung der X-Strahlen ein Hinderniss und zwar im Allgemeinen ein desto grösseres, je dichter der betreffende Körper ist.

9. Demnach wäre es möglich, dass auch die Anordnung der Theilchen im Körper auf die Durchlässigkeit desselben einen Einfluss ausübte, dass z. B. ein Stück Kalkspath bei gleicher Dicke verschieden durchlässig wäre, wenn dasselbe in der Richtung der Axe oder senkrecht dazu durchstrahlt wird. Versuche mit Kalkspath und Quarz haben aber ein negatives Resultat ergeben.

10. Bekanntlich ist *Lenard* bei seinen schönen Versuchen über die von einem dünnen Aluminiumblättchen hindurchgelassenen *Hittorf*'schen Kathodenstrahlen zu dem Resultat gekommen, dass diese Strahlen Vorgänge im Aether sind, und dass sie in allen Körpern diffus verlaufen. Von unseren Strahlen haben wir Aehnliches aussagen können.

In seiner letzten Arbeit hat *Lenard* das Absorptionsvermögen verschiedener Körper für die Kathodenstrahlen bestimmt und dasselbe u. a. für Luft von Atmosphärendruck zu 4,10, 3,40, 3,10 auf 1 cm bezogen gefunden, je nach der Verdünnung des im Entladungsapparat enthaltenen Gases. Nach der aus der Funkenstrecke geschätzten Entladungsspannung zu urtheilen, habe ich es bei meinen Versuchen meistens mit ungefähr gleichgrossen und nur selten mit geringeren und grösseren Verdünnungen zu thun gehabt. Es gelang mir mit dem *L. Weber*'schen Photometer — ein besseres besitze ich nicht — in atmosphärischer Luft die Intensitäten des Fluorescenzlichtes meines Schirmes in zwei Abständen — ca. 100 resp. 200 mm — vom Entladungsapparat mit einander zu vergleichen, und ich fand aus drei recht gut mit einander übereinstimmenden Versuchen, dass dieselben sich umgekehrt wie die Quadrate der resp. Entfernungen des Schirmes vom Entladungsapparat verhalten. Demnach hält die Luft von den hindurchgehenden X-Strahlen einen viel kleineren Bruchtheil zurück als von den Kathodenstrahlen. Dieses Resultat

ist auch ganz in Uebereinstimmung mit der oben erwähnten Beobachtung, dass das Fluorescenzlicht noch in 2 m Distanz vom Entladungsapparat wahrzunehmen ist.

Aehnlich wie Luft verhalten sich im Allgemeinen die anderen Körper: sie sind für die X-Strahlen durchlässiger als für die Kathodenstrahlen.

11. Eine weitere sehr bemerkenswerthe Verschiedenheit in dem Verhalten der Kathodenstrahlen und der X-Strahlen liegt in der Thatsache, dass es mir trotz vieler Bemühungen nicht gelungen ist, auch in sehr kräftigen magnetischen Feldern eine Ablenkung der X-Strahlen durch den Magnet zu erhalten.

Die Ablenkbarkeit durch den Magnet gilt aber bis jetzt als ein characteristisches Merkmal der Kathodenstrahlen; wohl ward von *Hertz* und *Lenard* beobachtet, dass es verschiedene Arten von Kathodenstrahlen gibt, die sich durch „ihre Phosphorescenzerzeugung, Absorbirbarkeit und Ablenkbarkeit durch den Magnet von einander unterscheiden", aber eine beträchtliche Ablenkung wurde doch in allen von ihnen untersuchten Fällen wahrgenommen, und ich glaube nicht, dass man dieses Characteristicum ohne zwingenden Grund aufgeben wird.

12. Nach besonders zu diesem Zweck angestellten Versuchen ist es sicher, dass die Stelle der Wand des Entladungsapparates, die am stärksten fluorescirt, als Hauptausgangspunkt der nach allen Richtungen sich ausbreitenden X-Strahlen zu betrachten ist. Die X-Strahlen gehen somit von der Stelle aus, wo nach den Angaben verschiedener Forscher die Kathodenstrahlen die Glaswand treffen. Lenkt man die Kathodenstrahlen innerhalb des Entladungsapparates durch einen Magnet ab, so sieht man, dass auch die X-Strahlen von einer anderen Stelle, d. h. wieder von dem Endpunkte der Kathodenstrahlen ausgehen.

Auch aus diesem Grund können die X-Strahlen, die nicht ablenkbar sind, nicht einfach unverändert von der Glaswand hindurchgelassene resp. reflectirte Kathodenstrahlen sein. Die grössere Dichte des Glases ausserhalb des Entladungsgefässes kann ja nach *Lenard* für die grosse Verschiedenheit der Ablenkbarkeit nicht verantwortlich gemacht werden.

Ich komme deshalb zu dem Resultat, dass die X-Strahlen nicht identisch sind mit den Kathodenstrahlen, dass sie aber von den Kathodenstrahlen in der Glaswand des Entladungsapparates erzeugt werden.

13. Diese Erzeugung findet nicht nur in Glas statt, sondern, wie ich an einem mit 2 mm starkem Aluminiumblech abgeschlossenen Apparat beobachten konnte, auch in diesem Metall. Andere Substanzen sollen später untersucht werden.

14. Die Berechtigung, für das von der Wand des Entladungsapparates ausgehende Agens den Namen „Strahlen“ zu verwenden, leite ich zum Theil von der ganz regelmässigen Schattenbildung her, die sich zeigt, wenn man zwischen den Apparat und den fluorescirenden Schirm (oder die photographische Platte) mehr oder weniger durchlässige Körper bringt.

Viele derartige Schattenbilder, deren Erzeugung mitunter einen ganz besonderen Reiz bietet, habe ich beobachtet und theilweise auch photographisch aufgenommen; so besitze ich z. B. Photographien von den Schatten der Profile einer Thüre, welche die Zimmer trennt, in welchen einerseits der Entladungsapparat, andererseits die photographische Platte aufgestellt waren; von den Schatten der Handknochen; von dem Schatten eines auf einer Holzspule versteckt aufgewickelten Drahtes; eines in einem Kästchen eingeschlossenen Gewichtssatzes; einer Bussole, bei welcher die Magnetnadel ganz von Metall eingeschlossen ist; eines Metallstückes, dessen Inhomogenität durch die X-Strahlen bemerkbar wird; etc.

Für die geradlinige Ausbreitung der X-Strahlen beweisend ist weiter eine Lochphotographie, die ich von dem mit schwarzem Papier eingehüllten Entladungsapparat habe machen können; das Bild ist schwach aber unverkennbar richtig.

15. Nach Interferenzerscheinungen der X-Strahlen habe ich viel gesucht, aber leider, vielleicht nur in Folge der geringen Intensität derselben, ohne Erfolg.

16. Versuche, um zu constatiren, ob elektrostatische Kräfte in irgend einer Weise die X-Strahlen beeinflussen können, sind zwar angefangen aber noch nicht abgeschlossen.

17. Legt man sich die Frage vor, was denn die X-Strahlen, — die keine Kathodenstrahlen sein können — eigentlich sind, so wird man vielleicht im ersten Augenblick, verleitet durch ihre lebhaften Fluorescenz- und chemischen Wirkungen, an ultraviolettes Licht denken. Indessen stösst man doch sofort auf schwerwiegende Bedenken. Wenn nämlich die X-Strahlen ultra-

violettes Licht sein sollten, so müsste dieses Licht die Eigenschaft haben:

a) dass es beim Uebergang aus Luft in Wasser, Schwefelkohlenstoff, Aluminium, Steinsalz, Glas, Zink etc. keine merkliche Brechung erleiden kann;

b) dass es von den genannten Körpern nicht merklich regelmässig reflectirt werden kann;

c) dass es somit durch die sonst gebräuchlichen Mittel nicht polarisirt werden kann;

d) dass die Absorption desselben von keiner anderen Eigenschaft der Körper so beeinflusst wird als von ihrer Dichte.

Das heisst, man müsste annehmen, dass sich diese ultravioletten Strahlen ganz anders verhalten, als die bisher bekannten ultrarothen, sichtbaren und ultravioletten Strahlen.

Dazu habe ich mich nicht entschliessen können und nach einer anderen Erklärung gesucht.

Eine Art von Verwandtschaft zwischen den neuen Strahlen und den Lichtstrahlen scheint zu bestehen, wenigstens deutet die Schattenbildung, die Fluorescenz und die chemische Wirkung, welche bei beiden Strahlenarten vorkommen, darauf hin. Nun weiss man schon seit langer Zeit, dass ausser den transversalen Lichtschwingungen auch longitudinale Schwingungen im Aether vorkommen können und nach Ansicht verschiedener Physiker vorkommen müssen. Freilich ist ihre Existenz bis jetzt noch nicht evident nachgewiesen, und sind deshalb ihre Eigenschaften noch nicht experimentell untersucht.

Sollten nun die neuen Strahlen nicht longitudinalen Schwingungen im Aether zuzuschreiben sein?

Ich muss bekennen, dass ich mich im Laufe der Untersuchung immer mehr mit diesem Gedanken vertraut gemacht habe und gestatte mir dann auch diese Vermuthung hier auszusprechen, wiewohl ich mir sehr wohl bewusst bin, dass die gegebene Erklärung einer weiteren Begründung noch bedarf.

Würzburg. Physikal. Institut der Universität. Dec. 1895.

De Röntgen-stralen.

Er is plots een man opgestaan, die de geheele beschaafde wereld verrast heeft met eene hoogst interessante vinding. Bijna geene ontdekking is met zóoveel belangstelling begroet als deze.

De Röntgen-stralen zijn *the topic of the day*.

Wij gelooven onzen lezers een dienst te bewijzen door hier 't een en ander aangaande de ontdekking, 't wezen en de toepassing der Röntgenstralen mede te deelen. Tot hiertoe is door ons hiermede gewacht, omdat wij thans in staat zijn een volledig overzicht te geven van alles wat met de quaestie in verband staat. Nadere bijzonderheden van den grooten geleerde zelven komen in ons *Zondagsblad* van 8 Februari j.l. voor.

Voor wij tot de eigenlijke zaak overgaan, achten wij 't dienstig eene zoo bevattelijk mogelijke beschrijving te geven van de z.g. kathodenstralen, die met 't Röntgen-licht ten nauwste samenhangen.

Een langwerpig glazen buis, met verdunde lucht, of eenig gas, gevuld, en aan welker uiteinden platinaspitsen — z.g. electroden — gesmolten zijn, wordt Geisslersche buis genoemd. Brengt men de platinaspitsen door middel van metalen draden in verbinding met een toestel, dat dient om sterke electrische stroomen op te wekken — klos van Ruhmkorff — dan zullen, indien men de Ruhmkorff in werking stelt, er prachtige lichtverschijnselen in de Geisslersche buis optreden. De platinaspits, waar de electrische stroom *in* de buis treedt, wordt positieve electrode, die waar zij *uit*treedt negatieve electrode, of *kathode*, genoemd.

Crookes en Hitthorf hebben eenige wijzigingen aan de z.g. Geisslersche buizen gebracht; vandaar dat men spreekt van Crookessche of Hittborfsche buizen; zij bieden ons dezelfde verschijnselen als de Geisslersche. Verdunt men evenwel de lucht in een Crookessche buis uitermate, dan neemt men eigenaardige verschijnselen waar, die inzonderheid door Lenard bestudeerd zijn. De geheele buis is alsdan gevuld met een zwak geel-blauwig licht; de kathode alleen is omringd van een donkere ruimte, in welke geen agens optreedt, dat eenigen indruk op ons netvlies te weeg brengt. Toch is er inderdaad een werking in die donkere kathodenruimte, want brengt men er een plaat in, die met eene bepaalde scheikundige verbinding bestreken is, dan gaat zij lichten, of zooals men 't noemt fluoresceeren. Men is er toe gekomen bedoelde werking toe te schrijven aan een soort van lichtstralen, *kathodenstralen* genoemd. Deze kathodenstralen, welke van overwegend belang zijn bij de Röntgensche photographie, verschillen in menig opzicht van 't gewone licht; o.a. kunnen zij door metalen, voornamelijk alluminium, dringen en door een magneet uit hun baan getrokken worden. Dáár, waar de kathodenstralen den glaswand treffen, grijpt sterke lichting, fluorescentie plaats.

Professor Röntgen liet de ontladingen van een grooten Ruhmkorff door een geëvacueerde Crookessche buis gaan. 't Crookes-apparaat was van een nauwsluitenden zwart-kartonnen mantel omgeven. Tot zijne groote verwondering zag hij dat, in een volkomen donkere kamer, een met bariumplatina cyanuur bestreken papieren scherm hel verlicht werd, zelfs als men de onbestreken achterzijde van het scherm naar het ontladingsapparaat keerde. Hij kon de fluorescentie nog op 2 meter afstand van de Crookessche buis waarnemen. Er moet dus een agens, een nog onbekend soort stralen, door de kartonnen huls heengaan, dat in staat is sterke fluorescentie te voorschijn te roepen. Röntgen, die deze stralen met den naam van X-stralen bestempelde, en die voortaan Röntgen-stralen worden genoemd, onderzocht nu of zij ook door andere stoffen dringen, en spoedig kwam hij tot het resultaat, dat alle lichamen, doch in verschillende mate, zijne stralen doorlaten. Achter een ingebonden boek van ongeveer 1000 bladzijden, lichtte het scherm nog; eveneens had fluorescentie plaats achter een dubbel spel whistkaarten. Lood is weinig doordringbaar. De hand tusschen het ontladingsapparaat en het scherm houdende, ziet men duidelijk de donkere *schaduw* der beenderen, omgeven door de vage omtrekken der hand zelf.

De mate van doordringbaarheid der stoffen voor de Röntgen-stralen hangt, blijkens de proeven van Röntgen, af van hunne dichtheid en dikte. Men zou geneigd zijn te meenen, dat de doordringbaarheid voor verschillende metalen gelijk is, als dit het geval is met het product van dichte en dikheid, 't geen niet zoo blijkt te zijn. Röntgen liet platen van platina, lood, zink en alluminium vervaardigen, en wel van zóodanige dikte, dat zij alle evenveel doordringbaar waren. Nu vond hij, dat, als men voor de dikte van platina het getal 1 aanneemt, voor lood, zink en alluminium respectievelijk de getallen 3, 6 en 200 moeten aangenomen worden, en daar de dichtheden dier stoffen respectievelijk 21,5, 11,3, 7,1 en 2,6 eenheden van dichtheid zijn, kan een eenvoudige vermenigvuldiging ons van de waarheid van het bovenstaande overtuigen.

't Is van groote beteekenis voor de practijk, dat ook photographische droge platen voor de werking der Röntgen-stralen gevoelig zijn, omdat men daardoor in staat is de verschijnselen te fixeeren, en men zich dus niet behoeft te beperken tot waarnemingen met het bloote oog op 't fluorescentie-scherm. Talrijke photographieën, waaronder zeer duidelijke, zijn reeds in den handel; 't meerendeel onzer lezers zal hoogstwaarschijnlijk in de gelegenheid geweest zijn er eenige van te bewonderen.

Eene merkwaardige eigenschap van de Röntgen-stralen is, dat ze geene afwijking in prisma's ondergaan; zelfs die, welke van caoutchouc of alluminium vervaardigd waren, konden geene merkbare deviatie van de Röntgen-stralen geven. Nog op andere wijze bleek het, dat ze niet konden gebroken worden; a priori kan men dus tot 't besluit komen, dat de Röntgen-stralen niet met lenzen te concentreeren zijn, eene waarheid, allezins door proeven bevestigd.

Uit een en ander betoogt Röntgen, dat de Röntgen-stralen zich met gelijke snelheid door alle lichamen bewegen in een middenstof, die overal voorkomt en waarin de atomen vervat zijn. Hoe grooter de dichtheid der lichamen is, des te meer weerhouden de atomen de verbreiding van de Röntgen-stralen.

Evenals Lenard door zijne proeven tot de uitspraak geleid werd, dat de kathoden-stralen verschijnselen in den aether zijn, zoo ook komt Röntgen tot dezelfde uitkomst voor zijne stralen. Is er dus hierin overeenstemming, in een ander opzicht bestaat verschil. Boven hadden wij reeds gelegenheid op te merken dat de kathoden-stralen, in een magnetisch veld gebracht, afwijken; de Röntgen-stralen kunnen zelfs door de sterkste magneet niet uit hun baan gevoerd worden. Dit is 't uitgangspunt van de bewering van Röntgen, als zouden zijne stralen niet een soort van kathoden-stralen zijn, een uitspraak, waarover nog verschil van gevoelen bestaat.

Daar waar de kathoden-stralen den glaswand treffen, waar dus de hevigste fluorescentie plaats grijpt, daar is 't uitgangspunt van de Röntgenstralen. Laat men de kathoden-stralen binnen het

ontladingsapparaat, in casu de Crookessche buis met toebehooren, door middel van een magneet afwijken, dan zullen ook de Röntgen-stralen van een andere plaats uitgaan, en wel van dat gedeelte van de buis, waar de kathoden-stralen nu den glaswand treffen. Hierin nog ziet Professor Röntgen een criterium voor 't niet-identisch zijn van kathoden- en Röntgen-stralen.

Een viertal redenen worden door hem opgegeven, dat 't Röntgen-licht evenmin onder 't ultraviolette*) mag gerekend worden, 't geen wel door sommigen beweerd is.

Wat vermoedt men dan aangaande 't wezen der Röntgen-stralen?

We zullen ter beantwoording dier vraag Professor Röntgen zelven aan 't woord laten.

„Er schijnt eene zekere verwantschap te bestaan tusschen de nieuwe stralen en de lichtstralen; daarop wijzen althans de schaduwvorming, de fluorescentie en de chemische werking, welke bij beide soorten van stralen voorkomen. Nu weet men sedert lang, dat er, behalve de transversale lichtgolven, ook longitudinale golvingen in den aether kunnen en, naar de meening van vele natuurkundigen, moeten voorkomen. Zeker is hun bestaan tot dusverre nog niet overtuigend aangetoond en zijn daardoor de eigenschappen nog niet proefondervindelijk onderzocht.

*) 't Is een bekend feit, dat, wanneer men onder bepaalde gegevens licht op een glazen prisma laat vallen er een kleurenband, spectrum, ontstaat bestaande uit licht van 7 verschillende kleuren, t. w. rood, oranje, geel, groen, lichtblauw, donkerblauw, violet. Doch ook nog buiten 't violet treden stralen op, zg. ultraviolette-stralen, die niet voor ons oog zichtbaar zijn, maar die zich door hunne chemische werkingen en hun vermogen om stoffen te doen fluoresceeren verraden. Daar de Röntgen-stralen dezelfde eigenschappen vertoonen, zou men allicht geneigd zijn beide soorten van stralen als identisch te beschouwen.

„Zouden nu die nieuwe stralen niet moeten toegeschreven worden aan longitudinale*) golvingen in den aether?

„Ik moet bekennen, dat ik mij in den loop der onderzoekingen steeds meer met deze gedachte heb vertrouwd gemaakt, en ik veroorloof mij dan ook, dit vermoeden hier uit te spreken, hoewel ik mij zeer wel bewust ben, dat de gegeven verklaring nog verder zal behooren bewezen te worden."

Niet zoodra was de Röntgensche wijze van photographeeren bekend, of talrijke opnamen werden gedaan en verbeteringen aangewend. Men vroeg zich af, welk practisch nut deze vinding wel voor de wetenschappen, inzonderheid voor de medische, zou kunnen hebben. Vergaand enthousiasme werd plots verdrongen door te nuchtere sceptische beschouwing. Les extrêmes se touchent. Houdt men 't oog op den stand van zaken, dan mag men alleszins tevreden zijn. Reeds dagelijks kan men in couranten en wetenschappelijke tijdschriften zeer nuttige toepassingen en proeven vinden. Ook Nederland heeft zich niet onbetuigd gelaten; o. a. slaagden proeven te Amsterdam, Utrecht en Haarlem met 't gewenschte succes.

Van toepassingen der Röntgen-methode op chirurgisch gebied zullen wij de voornaamste memoreeren.

Von Mosetig—Moorhof heeft twee photographieën vertoond, door de werking van de Röntgen-stralen verkregen. Op de eerste plaat ziet men 't arbeeldsel van een hand. Tusschen de duidelijk te herkennen silhouetten der beenderen ziet men een donkere vlek, de schaduw van een voorwerp, welks plaats men niet op de gewone wijze kon vinden. Eene eenvoudige insnijding behoefde slechts gedaan te worden, om het voorwerp te verwijderen. De tweede photographische plaat maakte op overtuigende wijze uit waar zich een misvorming der lidbeentjes van den grooten toon bevond.

*) D. w. z.: Zouden de nieuwe stralen zich niet op dezelfde wijze door den aether voortplanten, als 't geluid dit doet door de lucht?

Niet minder merkwaardig zijn de bijzonderheden, door Professor Neusser op zijn kliniek te Weenen medegedeeld. Volgens hem kunnen de Röntgen-stralen grooten dienst bewijzen bij het stellen van diagnose op galsteen of op graveel. Daar graveel volkomen ondoordringbaar is voor de Röntgen-stralen, zal er op 't negatief der photographie met Röntgen-licht een witte afbeelding van den vorm der steen komen. Galsteen is echter min of meer doorschijnend; 't negatief vertoont dan ook een matdonkere vlek. Bij verschillende operaties zal in de toekomst den patiënt veel pijn kunnen bespaard worden.

Professor Kiessling, te Hamburg, had een beenvergroeiing aan zijn voet, welke zijn medicus wilde wegnemen, alhoewel de hoogleeraar er tegen was. Na gedane photographie met Röntgen-stralen toonde de plaat aan, dat het been van buiten naar binnen vergroeid was, 't tegenovergestelde van hetgeen de medicus had gemeend te moeten diagnosticeeren. Operatie ware in 't geheel niet raadzaam geweest.

Ziedaar voorbeelden, die spreken!

Ook buiten medisch gebied zijn verschillende proefnemingen gedaan. Een horlogeketting werd door een gesloten doos heen gephotographeerd, een kompas door zijn omhulsel, enz.; opnamen die, naar wij onderstellen, genoegzaam aan onze lezers bekend zullen zijn.

Dr. Valkema Blouw heeft de Röntgen-methode aanmerkelijk verbeterd, door gebruik te maken van de bovenvermelde eigenschap der kathoden-stralen, t. w. dat ze door een magneet uit hun baan kunnen getrokken worden. Het gelukte hem door aanwending van twee magneten de kathoden-stralen in een klein vlak te concentreeren, waardoor de fluorescentie van den glaswand heviger werd en de Röntgen-stralen een grootere intensiteit verkregen.

Ook de duur van de pose moet aanmerkelijk verkort geworden zijn. Professor Klupathy krijgt bijzonder scherpe beelden bij een pose van slechts één minuut.

De wetenschappelijke strijd, over 't wezen der Röntgen-stralen gevoerd, is zeer interessant. Goldstein meent uit zijne onderzoekingen te moeten opmaken, dat de Röntgen-stralen niet anders zijn dan een soort van kathoden-stralen. Wel is waar is 't Röntgen-licht ongevoelig voor den invloed van een magneet, maar proeven van Lenard hebben geleerd, dat er kathoden-stralen zijn, die, in een magnetisch veld gebracht, slechts zeer weinig deviatie ondervinden. En wie weet of de Röntgen-stralen *geheel en al* ongevoelig voor de werking van een magneet zijn?

Röntgen schijnt dergelijke beweringen voorzien te hebben: „De afwijkbaarheid door een magneet," zegt hij, „geldt als een karakteristiek kenmerk der kathoden-stralen; wel hebben Hertz en Lenard waargenomen, dat er verschillende soorten van kathoden-stralen zijn, door opwekking van phosphorescentie en afwijking door de magneet van elkander onderscheiden, maar in alle door hen onderzochte gevallen werd toch eene belangrijke afwijking waargenomen, en ik geloof niet, dat men zonder hooge noodzakelijkheid dit karakteristiek kenmerk zal opgeven."

In hoeverre de onderstellingen van Prof. Röntgen aangaande 't wezen van 't Röntgen-licht zullen blijken steekhoudend te wezen, zal de toekomst moeten leeren.

Ferner erschien im Stahel'schen Verlage in Würzburg:

Anleitung
für
Krankenpfleger
von
Dr. Albert Hoffa.

Gemeinverständliche Darstellung
der
Krankenpflege und Verbandlehre.

Taschenformat, gebunden **Mk. 1.—**, (franco auswärts Mk. 1.10.)
Briefmarken werden in Zahlung genommen.

Das vorstehende praktische Hilfsbuch, das sich den bisherigen, in allen Fachblättern hervorragend besprochenen Hoffa'schen Elaboraten würdig an die Seite stellt, darf den Anspruch erheben, klar, kurz und bündig, und damit voll und ganz zweckentsprechend geschrieben zu sein — ein Vorzug des Verfassers, in welchem ihm Wenige gleichkommen. Die Anschaffung dieses vorzüglichen Breviers empfiehlt sich allen **Frauenvereinen, Sanitäts-Kolonnen, jeder Hausfrau.**

Die körperliche Erziehung der Jugend.

Populär-wissenschaftlicher Vortrag
gehalten
in Würzburg am 28. November 1895
von
Privatdocent Dr. Albert Hoffa.

Preis 60 ₰.

Stahel's neuer Würzburger Führer.

Zugleich ein Auskunftsbuch für Einheimische. — Mit vielen schönen Abbildungen und einem guten Stadtplan. — ☞ Mit einem Anhang: Anleitung für Fremde, welche Würzburg's Special-Aerzte und Kliniken zu besuchen wünschen. Seitens der Kritik und von Sach- und Fachkennern anerkennend beurtheilt. Taschenformat.

M 1.—.

Ferner erschien in gleichem Verlage:

Der

acute Gelenkrheumatismus

und

DESSEN PSYCHISCHE BEHANDLUNG.

Eine Studie

von

Dr. Heinrich Stadelmann

prakt. Arzt in Saal a/S.

Mit einem Vorwort

von

Dr. Freiherrn von Schrenck-Notzing

prakt. Arzt in München.

Preis Mk. 1.–

Aerztliches Geschäftstagebuch. Geschäftstagebuch für praktische Aerzte.

5. Auflage. In Leinwand-Mappe gebd., 1 Buch stark ℳ 5.—. In Leinwandmappe gebd., 2 Buch stark ℳ 7.20. Die sehr geschmackvollen Leinwand-Mappen sind derart eingerichtet, dass die verbrauchten Formularien*) herausgenommen und durch neue ersetzt werden können. Es bieten daher dieselben den Vorteil des langjährigen Gebrauchs.

*) Die Einlage apart zu dieser Leinwandmappe kostet: 1 Buch stark, gebunden: ℳ 3.20, 2 Buch stark, gebunden: ℳ 5,20.

Botanik. Repetitorium der Botanik für Mediciner, Pharmazeuten und Lehramts-Canditaten von Prof. Dr. *A. Hansen.* 4. Aufl. Mit 41 Abbildungen. Preis brosch. ℳ 3.20, gebd. ℳ 3.80.

Fiebertabellen. **Temperaturkurven** für Aerzte, Naturforscher etc.

Ausg. A.: 8 Stück kleineren Formats (40×90 mm) und 6 Stück grösseren Formats (50×216 mm). Preis in Couvert ℳ —.40.

Ausg. B. (für Würzburg bearbeitet): 9 Tafeln im Format 88×252 mm. Preis in Couvert ℳ 40.—.; 20 Stück —.90. 100 Stück ℳ 3.—.

Pathologische Befunde. Schemata des menschlichen Körpers zum Einzeichnen pathologischer Befunde. 32 Schemata auf 2 Blatt. Zum Gebrauche in Kliniken zusammengestellt von einem Kliniker. 3. Auflage. 1894. Preis gummirt und perforirt ℳ —.75, im Partiebezug billiger.

COUNTWAY LIBRARY OF MEDICINE
QC
481
R62
1896a
Copy 2
RARE BOOKS DEPARTMENT